

## 日本人各年代の頸椎脊柱管前後径：その標準値と体格要素の検討

著者	後藤 伸一
学位授与機関	Tohoku University
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/51125">http://hdl.handle.net/10097/51125</a>

日本人各年代の頸椎脊柱管前後径：その標準値と体格要素の検討

## 1 要約

【目的】頸椎部で脊髄が椎間板ヘルニアや後縦靭帯骨化など様々な因子によって圧迫されると、四肢に知覚・運動障害や排尿障害などを来す頸部脊髄症(頸髄症)が生じる。また、頸椎に生じた外傷や感染症、腫瘍でも脊髄が圧迫あるいは損傷され、神経症状を呈することがある。これらから頸髄由来の神経症状の発現には、脊髄を入れる脊柱管の広さが大きく影響する。

日本人には欧米人より頸髄症が多く、50歳以上では10万人中15人前後発症するといわれている。これは体格が劣る日本人の脊柱管が狭いことが一因と考えられている。そのため、本邦には単純X線やCT、MRIを使った脊柱管の前後径や面積に関する研究が少なくない。その中で、単純X線側面像を用いた脊柱管前後径の計測が、その簡便さ故に最も一般的に行われてきた。しかし、これまでの脊柱管前後径を計測した報告は、頸髄症患者のものが主であり、正常人で多数を対象としたものは少なく、日本人全体、あるいは年齢層ごとの標準値は設けられていない。また、近年、日本人の体格が向上し、若年者層では欧米人に近づきつつある。体格が向上すれば脊柱管は広くなるのであろうか？しかし、脊柱管の広さと体格の関係についても未だ検討されていない。そこで、本研究では、頸椎に病変のない日本人の脊柱管前後径と体格を測定した。これらのデータから、日本人の頸椎脊柱管前後径の年齢層別の標準値を算出し、体格と脊柱管前後径の関係について統計学的に解析した。

【方法】本研究の趣旨に賛同した、頸椎に疾患のない20歳代から70歳代まで、各年代の男女50名ずつ、計600名を対象とした。まず、体格要素として身長、体重、上肢長(*arm span*)を計測した。次に、頸椎単純X線側面像を撮影して、脊柱管の広さを表す代表的な指標である中間位での脊柱管前後径を第3頸椎(C3)からC6まで、後屈位で上位椎の椎体後下角と下位椎の椎弓前上縁との距離である*jaw diameter*を第2/3頸椎(C2/3)からC5/6まで計測した。また、

脊柱管前後径には椎体の加齢による変形が影響する。特に高齢者では、椎体下角の骨棘形成と椎体前後縁の皮質骨の肥厚により台形化した椎体を認めることがある。本研究ではこの台形化した椎体に着目し、その高位分布と数を記録した。これらのデータから、1. 年齢と各体格要素、2. 年齢と頸椎脊柱管前後径、3. 年齢と jaw diameter、4. 加齢変性により生じる台形化した椎体の年齢層別の頻度と脊柱管前後径の関係、に関して統計学的解析を行った。

【結果】体格要素をみると、男女とも若年者層ほど身長が有意に高かった。体重は男性では若年者層ほど高齢者層よりも有意に重く、女性では若年者層で重い傾向にあった。男女とも若年者層ほど arm span が有意に長かった。

頸椎脊柱管前後径の男性の平均は C3 が 15.4mm、C4 が 15.1mm、C5 が 15.3mm、C6 が 15.6mm、女性では各々 14.9mm、14.6mm、14.7mm、14.9mm であり、男女とも C3、C6 が C4、C5 よりも広がった。各年代で比較すると、男女とも若年者層ほど全ての高位で有意に広がった。頸椎伸展位での jaw diameter の男性の平均は、C2/3 が 17.9mm、C3/4 が 15.7mm、C4/5 が 15.1mm、C5/6 が 14.9mm、女性では各々 16.9mm、15.0mm、14.4mm、14.1mm であり、C2/3 の jaw diameter が他の椎間レベルよりも著しく広く、下位椎間ほど狭かった。Jaw diameter も、男女とも全ての高位で若年者層ほど有意に広がった。台形化した椎体は高年層の 50、60、70 歳代にみられ、40 歳代以下の若年層ではみられなかった。その頻度は男性で 3.5%、女性で 1.3% であり、頸椎脊柱管前後径の広さに対し統計学的には影響を及ぼしていなかった。

脊柱管前後径に対する年齢と身長、体重、arm span の各体格要素の影響度を重回帰分析により解析すると、これら4つの要素の寄与率は約 50-70%であった。検討した4要素のなかでは、頸椎脊柱管前後径、jaw diameter いずれも、年齢の影響度が最も高く、arm span、身長と続き、体重の影響度が最も低かった。

【結語】日本人の体格は、身長、体重、上肢長のいずれもが若年者層ほど発達していた。C3 から C6 の頸椎脊柱管前後径の平均は男性で 15.4mm、女性で 14.8mm であり、C4、C5 が C3、C6 より狭かった。C2/3 から C5/6 の頸椎伸展位での jaw diameter の平均は男性で 15.9mm、女性で 15.1mm であり、いずれも C2/3 が他の椎間より有意に広く、下位椎間ほど狭かった。頸椎脊柱管前後径、jaw diameter とも体格が発達した若年者層ほど大きく、体格の向上が脊柱管を広くした可能性が考えられた。

## 2 研究背景

頤椎の脊柱管はおむすび型を呈し、その中を楕円形の脊髄が通っている(図 1)。頤椎の加齢変性で生じる様々な圧迫因子によって脊柱管内の脊髄が圧迫され頤部脊髄症(頤髄症)が生じる。頤髄症は多くが 50 歳以降に発症し、四肢に知覚や運動麻痺が生じ、徐々に増悪して重大な障害をもたらす。治療は手術になることが多く、宮城県では過去 4 年間で 1155 例の手術が行われた。50 歳以上では 10 万人中 15 人前後発症するといわれ、決して稀な疾患ではない<sup>1)</sup>。頤髄症の圧迫因子としては、椎間板ヘルニア、後縦靱帯骨化症(ossification of the posterior longitudinal ligament、OPLL)、黄色靱帯石灰化症(calcification of the yellow ligament、CYL)、椎体後方の骨棘の他に、脊髄が通っている脊柱管自体の狭窄があげられる<sup>1)</sup>。また、頤椎に生じた外傷や感染症、腫瘍でも脊髄が圧迫、損傷されると神経症状を呈するが、この発症にも脊柱管の広さが大きく影響する<sup>2)</sup>。

頤髄症は欧米人より日本人に多い<sup>1),3),4),5),6)</sup>。その理由として、OPLL 等の脊柱靱帯骨化症が、“the Japanese disease”と言われるほど日本人に多く見られることに加え<sup>7),8)</sup>、日本人の頤椎脊柱管が欧米人よりも狭いことがあげられている<sup>4)</sup>。これまで日本では、脊柱管の前後径や面積に関して、単純 X 線や CT、MRI を使った多くの研究がなされてきた<sup>3)-6),9)-14)</sup>。脊髄の圧迫因子は、ほとんどが脊髄を前後方向から圧迫する。例えば OPLL や椎間板ヘルニアは脊柱管の前方に存在し、CYL は後方に生じる<sup>1)</sup>。そのため単純 X 線側面像で計測される脊柱管前後径で脊柱管の広さを代表させることが一般的に行われており、論文も多数報告されている<sup>3)-5),9),12),13)</sup>。しかし、その多くが頤髄症群と非頤髄症群の頤椎脊柱管を比較したもので、対象数が多く信頼性のある正常日本人の脊柱管前後径に関する論文は少なく、また年齢層ごとの標準値も設けられていない

9),13),14)。

日本人と欧米人の頸椎脊柱管の広さの違いには体格差も影響していると考えられる。近年、栄養と環境の改善から、日本人、特に若年者層の体格は欧米人に近づきつつある<sup>15)-17)</sup>。これに伴って日本人の頸椎脊柱管も広がっているのであろうか。しかし、体格と脊柱管の広さの関係を論じた研究も未だ見られない。

### 3 研究目的

本研究では、頸椎に異常のない20歳代から70歳代の日本人、各年代男女50人ずつを対象に、体格要素と、単純X線を用いた頸椎脊柱管前後径の計測を行った。これらのデータから、①日本人の体格が、若年者層で高齢者層より発達していることを確認すること、②日本人全体の頸椎脊柱管前後径の標準値及び各年齢層における標準値を算出すること、③日本人の年齢、体格と頸椎脊柱管前後径の関係を検討すること、を目的とした。また、脊柱管前後の計測は、加齢による椎体の形態的な変化に影響を受ける可能性がある。高齢者では、前あるいは後下角に骨棘を形成し、前後縁の皮質骨の肥厚と相まって台形化した椎体をしばしば見かける。このような椎体では、脊柱管の広さを狭く計測する可能性がある。そこで、④台形化した椎体の頻度とそれが脊柱管の広さに及ぼす影響を検討すること、も目的に加えた。



## 4 研究の対象と方法

### 1) 倫理的配慮

本研究は仙北組合総合病院の倫理委員会での承認を得て行われた。本研究の参加者には、研究の内容と方法、参加者のデータが公表される旨を十分に説明し同意を得た。また、症例調査表の作成、取扱い等においては、参加者の個人情報保護について配慮し、連結可能匿名化した情報のみを使用して解析を行った。

### 2) 対象

仙北組合総合病院の人間ドックを受診した人と、頸椎疾患以外で本院を受診した外来患者の中で、本研究の趣旨に賛同し、頸椎の単純 X 線の撮影を許可してくれた日本人を対象とした。脊柱管の計測値に影響を与え得る頸椎の外傷歴、手術歴、先天奇形、感染症、脊柱靱帯骨化症のある者は除外した。20 歳から 79 歳までを 10 年間隔で 20 歳代(20-29 歳)、30 歳代(30-39 歳)、40 歳代(40-49 歳)、50 歳代(50-59 歳)、60 歳代(60-69 歳)そして 70 歳代(70-79 歳)の 6 つの年齢群に分け、男女各 50 人ずつ、計 600 人からデータを収集した。

### 3) 研究の方法

体格要素として身長、体重、上肢長(**arm span**)を計測した。**Arm span**は両肩を 90 度外転して、壁に背部全体と両腕を接触させ、伸展した左右の中指先端間の距離とした。

頸椎の単純 X 線側面を中間位、前屈位、後屈位で、管球—フィルム間距離 1.8m で撮影した<sup>1)</sup>。100 例のフィルムに **calibration**(スケール)を置き、フィルム上に投影された対象の拡大率が何%になるか検討した。本研究では頸椎脊柱管の広さの指標として、中間位での脊柱管前後径と後屈位での **jaw diameter** を用いた。頸椎脊柱管前後径は肥後らの方法に基づき、第 3 頸

椎(C3)から第 6 頸椎(C6)までの、椎体後縁中央と椎体後縁と平行な棘突起基部前縁の接線との距離を皮質骨の外板から外板まで計測した(図 2-a)<sup>12)</sup>。Jaw diameter は、Penning により上位椎の骨棘を除いた椎体後下角と下位椎の椎弓前上縁との距離と定義された<sup>18)</sup>。その方法に従い後屈位で第 2/3 頸椎(C2/3)から第 5/6 頸椎(C5/6)まで計測した(図 2-b)。計測は最小単位 1mm の定規を用いて実際のフィルム上で行った。計測は私(A)がすべて行った。無作為に選んだ 100 例の頸椎脊柱管前後径と jaw diameter を他者(B)も計測し、A と B の inter-observer variability(個人間誤差)をピアソンの相関係数で検討した。A と B の一致率は 90%で両者は相関していた( $r=0.316$ )。また、A 自身 10 例の頸椎脊柱管前後径と jaw diameter を計測し、2 週間後に同様の計測を行い、intra-observer variability(個人内誤差)をピアソンの相関係数で検討した。両者の一致率は 97%であり、両者は相関していた( $r=0.652$ )。

椎体は加齢するに従い、その前あるいは後下角に骨棘を生じる。脊柱管前後径は骨棘を含んだ上位椎の椎体後下角と下位椎の棘突起基部の間で最小となる<sup>19)</sup>。本研究で使用する頸椎脊柱管前後径は椎体の中央で計測され、また jaw diameter はその定義から骨棘を含まない。したがって、両者の計測に骨棘の影響はないと考えられる。しかし高齢者でしばしば認められる台形化した椎体では、脊柱管の形状が変わり、脊柱管前後径を狭く計測する可能性がある。脊柱管の計測に影響するのは椎体後方の変形なので、本研究では椎体の台形化を、①椎体後下角が下位椎体の後上角より 2mm 以上突出している、②椎体の後上角が 90 度以上の鈍角を呈する、③当該椎体の脊柱管前後径が上位椎あるいは下位椎よりも 1mm 以上小さい、の 3 つを満たすものと定義した(図 3-a、図 3-b)。単純 X 線側面像からこのように変形した椎体を見つけ、その高位と数を年齢層ごとに記録した。

#### 4) 統計学的解析

得られたデータから、①年齢と各体格要素、②年齢と頸椎脊柱管前後径、③年齢と jaw diameter、の関係について一元配置分散分析(ANOVA)を用いて統計学的に各年齢層における計測値の変動を検討し、一元配置分散分析(ANOVA)で有意差を認めた関係には多重比較検定(post-hoc test)も行った。④椎体台形化を含んだ時の頸椎脊柱管前後径と台形化を含まない時の頸椎脊柱管前後径、の関係については Mann-Whitney's U test を用いてそれぞれ統計学的に解析した。また体格要素の中で身長と体重に関しては「国民栄養の現状、厚生労働省国民栄養調査結果」に示された、全国から無作為抽出された日本人の身長、体重の平均値と、Mann-Whitney's U test を用いて統計学的に比較した<sup>15)</sup>。さらに脊柱管前後径と jaw diameter を目的変数とし、年齢、身長、体重、arm span を説明変数として重回帰分析を行った。統計学的解析には市販の統計ソフト(Stat Mate III ATMS、東京)を使用した。すべての統計学的解析で危険率 5%未満( $p < 0.05$ )を有意差ありとした。

## 5 研究結果

男性の身長は30歳代が平均172cmと最も高く、50歳代以降は平均160cm台と減少し、70歳代では平均161cmであった。女性の身長は20歳代が平均161cmと最も高く、年齢に従って減少し、70歳代では平均147cmであった。男女とも若年者層ほど身長が高く、各年齢層間の変動に有意差を認めた(ANOVA: 男性:p=0.009、女性:p=0.023)。特に男性では40歳代より若年と50歳代(Post-hoc test: p=0.013)、50歳代と60歳代以降(Post-hoc test: p=0.009)の間に有意差を認め、同様に女性でも40歳代より若年と50歳代(Post-hoc test: p=0.021)、50歳代と60歳代以降の間に有意差を認めた(Post-hoc test: p=0.023)(図4-a)。男性の体重は30歳代が平均71kgと最も重く、60歳代以降は減少し、70歳代では平均60kgであった。女性の体重は30歳代が平均57kgと最も重く、次第に減少し、70歳代では平均52kgであった。若年男性ほど体重は重く、各年齢層間の変動に有意差を認め(ANOVA: p=0.012)、特に50歳代より若年と60歳代以降(Post-hoc test: p=0.013)の間に有意差を認めた。若年女性の体重は重い傾向にあった(ANOVA: P=0.09)(図4-b)。男性のarm spanは30歳代が平均173cmと最も長く、50歳代以降は平均160cm台と次第に減少し、70歳代では平均162cmであった。女性のarm spanでは20歳代が平均158cmと最も長く、年齢に従って減少し、70歳代では平均148cmであった。男女とも若年者層ほどarm spanが長く、各年齢層間の変動に有意差を認めた(ANOVA: 男性:p=0.004、女性:p=0.016)。特に男性では50歳代より若年と60歳代以降(Post-hoc test: p=0.008)の間に有意差を認め、女性では30歳代と40歳代(Post-hoc test: p=0.023)、60歳代と70歳代(Post-hoc test: p=0.018)の間に有意差を認めた(図4-c)。「国民栄養の現状、厚生労働省国民栄養調査結果」に示された、全国から無作為抽出された日本

人の身長、体重の平均値と本研究の対象各年代の身長、体重との間には有意差は認められなかった ( $P=0.15$ )<sup>15)</sup>。

管球—フィルム間距離 1.8m で撮影した時のフィルム上に投影された対象の拡大率は 105-110(平均 106.6)%であった。

頚椎脊柱管前後径の男性の平均は C3 が 15.4mm、C4 が 15.1mm、C5 が 15.3mm、C6 が 15.6mm であり、女性の平均では C3 が 14.9mm、C4 が 14.6mm、C5 が 14.7mm、C6 が 14.9mm と、男女とも C4、C5 よりも C3、C6 が広がった。各年代の脊柱管前後径を男性は図 5-a に、女性は図 5-b に示す。20 歳代の男女の脊柱管前後径は 70 歳代よりも、各椎体でそれぞれ平均 0.8mm、0.5mm 広いなど、男女とも全椎体で 40 歳代以下の脊柱管前後径が 50 歳代以上よりも広く、各年齢層間の変動に有意差を認めた(ANOVA: 男性:C3;  $p=0.0002$ 、C4;  $p=0.0008$ 、C5;  $p=0.001$ 、C6;  $p=0.0013$ 、女性:C3;  $P=0.027$ 、C4;  $P=0.024$ 、C5;  $P=0.017$ 、C6;  $P=0.006$ )。特に男性では C3、C4 で 30 歳代より若年と 40 歳代以降(Post-hoc test: C3;  $p=0.0082$ 、C4;  $p=0.0076$ )、C5、C6 で 30 歳代より若年と 40 歳代(Post-hoc test: C5;  $p=0.013$ 、C6;  $p=0.0093$ )、40 歳代と 50 歳代(Post-hoc test: C5;  $p=0.012$ 、C6;  $p=0.012$ )の間に有意差を認めた(図 5-a)。女性では C3 で 50 歳代より若年と 60 歳代以降(Post-hoc test:  $p=0.028$ )、C4 で 40 歳代より若年と 50 歳代以降(Post-hoc test:  $p=0.023$ )、C5 で 40 歳代より若年と 50 歳代(Post-hoc test: 0.018)、50 歳代と 60 歳代以降(Post-hoc test:  $p=0.028$ )、C6 で 40 歳代より若年と 50 歳代以降(Post-hoc test:  $p=0.012$ )の間で有意差を認めた(図 5-b)。

Jaw diameter の平均は男性では C2/3 が 17.9mm、C3/4 が 15.7mm、C4/5 が 15.1mm、C5/6 が 14.9mm であり、女性では C2/3 が 16.9mm、C3/4 が 15.0mm、C4/5 が 14.4mm、C5/6 が 14.1mm と、C2/3 の jaw diameter が他の椎間レベルのそれよりも著しく広がった。各年代の jaw

diameterを男性は図 6-a に、女性は図 6-b に示す。Jaw diameter は各年齢層の男女とも下位椎間ほど狭く、また男女とも全椎間で若年者層ほど広く、各年齢層間の変動に有意差を認めた (ANOVA: 男性: C2/3;  $p=0.0024$ 、C3/4;  $p=0.0018$ 、C4/5;  $p=0.0034$ 、C5/6;  $p=0.0023$ 、女性: C2/3;  $p=0.029$ 、C3/4;  $p=0.0031$ 、C4/5;  $p=0.0014$ 、C5/6;  $p=0.0042$ )。特に男性では C2/3 で 30 歳代より若年と 40 歳代以降 (Post-hoc test:  $p=0.0076$ )、C3/4、C4/5 で 30 歳代より若年と 40 歳代 (Post-hoc test: C3/4;  $p=0.0053$ 、C4/5;  $p=0.0086$ )、40 歳代と 50 歳代以降 (Post-hoc test: C3/4;  $p=0.0083$ 、C4/5;  $p=0.015$ )、C5/6 で 30 歳代より若年と 40 歳代以降 (Post-hoc test:  $p=0.0098$ ) の間で有意差を認めた (図 6-a)。女性では C2/3 で 50 歳代より若年と 60 歳代以降 (Post-hoc test:  $p=0.023$ )、C3/4 で 30 歳代より若年と 40 歳代 (Post-hoc test:  $p=0.025$ )、40 歳代と 50 歳代以降 (Post-hoc test:  $p=0.018$ )、C4/5 で 30 歳代より若年と 40 歳代 (Post-hoc test:  $p=0.0098$ )、40 歳代と 50 歳代以降 (Post-hoc test:  $p=0.012$ )、C5/6 で 30 歳代より若年と 50 歳代以降 (Post-hoc test:  $p=0.018$ ) の間で有意差を認めた (図 6-b)。

台形化した椎体は 50 歳代、60 歳代、70 歳代の男性に 3.5%、女性に 1.3%認められ、40 歳代以下の年齢には見られなかった。50 歳以上でも男性では C3、女性では C3、C4 の椎体には認められなかった (表 1)。男性の 50 歳代以上で台形化を含んだ椎体の頸椎脊柱管前後径の平均は C3 で 15.1mm、C4 で 14.7mm、C5 で 14.5mm、C6 で 15.0mm、全椎体の平均が 14.8mm であり、台形化を含まない椎体では各々 15.1mm、14.8mm、14.9mm、15.2mm、全椎体の平均が 15.0 mm であった。両者に統計学的有意差は認められなかった ( $P=0.16$ )。女性の 50 歳代以上で台形化を含む椎体の頸椎脊柱管前後径の平均は C3 で 14.7mm、C4 で 14.4mm、C5 で 14.2mm、C6 で 14.6mm、全椎体の平均が 14.4mm であり、台形化を含まない椎体では各々 14.7mm、14.4mm、14.4mm、14.7mm、全椎体の平均が 14.5mm であった。両者

に統計学的有意差を認めなかった (P=0.23)。

男性の頸椎脊柱管前後径に対する年齢、身長、体重、arm span の4つの要素の寄与率を重回帰分析によって解析すると、C3 が 54%、C4 が 57%、C5 が 60%、C6 が 62%であった。各要素の各々の椎体の説明変数 t 値は年齢が C3; 3.19、C4; 3.36、C5; 2.98、C6; 2.35、身長が C3; 0.47、C4; 0.49、C5; 0.40、C6; 0.45、体重が C3; 0.37、C4; 0.22、C5; 0.34、C6; 0.38、arm span が C3; 0.67、C4; 0.50、C5; 0.45、C6; 0.96 であった。年齢の影響度が最も大きく、体重が最も小さかった。女性の頸椎脊柱管前後径に対する年齢、身長、体重、arm span の各椎体への寄与率は、C3 が 48%、C4 が 49%、C5 が 52%、C6 が 49%であった。各要素の各椎体の説明変数 t 値は年齢が C3; 2.35、C4; 2.38、C5; 2.19、C6; 1.32、身長が C3; 1.89、C4; 1.77、C5; 0.55、C6; 0.17、体重が C3; 1.02、C4; 0.66、C5; 0.05、C6; 0.07、arm span が C3; 2.12、C4; 2.08、C5; 1.36、C6; 1.18 と年齢と arm span の影響が大きく、体重が小さかった (表 2)。男性の jaw diameter に対する年齢、身長、体重、arm span の4つの要素の寄与率を重回帰分析によって解析すると、C2/3 が 68%、C3/4 が 74%、C4/5 が 77%、C5/6 が 77%であった。各要素の各椎間の説明変数 t 値は年齢が C2/3; 4.26、C3/4; 4.42、C4/5; 3.98、C5/6; 4.02、身長が C2/3; 0.56、C3/4; 0.66、C4/5; 0.58、C5/6; 0.65、体重が C2/3; 0.38、C3/4; 0.30、C4/5; 0.40、C5/6; 0.48、arm span が C2/3; 0.67、C3/4; 0.78、C4/5; 0.68、C5/6; 0.89 とやはり年齢の影響度が最も大きかった。女性の jaw diameter に対する年齢、身長、体重、arm span の各椎間への寄与率は、C2/3 が 51%、C3/4 が 49%、C4/5 が 53%、C5/6 が 48%であった。各要素の各々の椎間の説明変数 t 値は年齢が C2/3; 2.50、C3/4; 2.48、C4/5; 2.29、C5/6; 2.02、身長が C2/3; 1.77、C3/4; 1.82、C4/5; 1.01、C5/6; 0.77、体重が C2/3; 0.08、C3/4; 0.06、C4/5; 0.004、C5/6; 0.05、arm span が C2/3; 2.01、C3/4; 2.13、C4/5; 1.98、C5/6; 1.90 と、全椎間で年齢の

影響が最も大きく、arm span、身長と続き、体重が最も小さかった(表 3)。



## 6 考察

頸髄症は加齢変性により狭小化した脊柱管内で、脊髄がさまざまな因子により圧迫されることで生じる。圧迫因子としては、一般に、脊柱管の成長に伴う拡張が少ない発育性狭窄、上位の椎体が後方に迂るために下位椎の椎弓上縁との間で脊髄を圧迫する動的狭窄、椎間板ヘルニア、後縦靭帯が骨化し骨化巣が1～数個の椎体後縁に局限し各骨化層間に連絡のない分節型 OPLL、隣接する椎体まで骨化巣が広がる連続型 OPLL、椎体の後方骨棘、そして脊髄を後方から圧迫する CYL、の7つに分けられる<sup>1),7),11),12)</sup>。Kokubunらは頸髄症で手術を行った日本人306名を神経学的かつ画像的に解析した。これによると頸髄症患者の頸椎脊柱管前後径は平均12.8mm(9-17mm)であり、12mm以下を頸髄症の圧迫因子である発育性狭窄とすると、40%の患者でこれを認めた<sup>1)</sup>。またjaw diameterが12mm以下でかつ2mm以上の後方すべりを有する場合を動的狭窄有り、と定義すると<sup>1),20),21)</sup>、これも48%の患者でみられた。脊柱管前後径の狭小化が頸髄症発症の主要な脊柱因子の1つであると言える。

脊柱管の広さを示す指標としては、単純X線を用いた脊柱管前後径やjaw diameterの他に、MRIを使った脊柱管前後径、あるいはMRIやCTを用いた脊柱管の断面積、等が報告されている<sup>2),22)</sup>。また、単純X線では管球—フィルム間距離によって拡大率に違いが出るため、これに影響されないように椎体前後径と脊柱管前後径の比で脊柱管の広さを表示するPavlov比も知られる<sup>23)</sup>。しかし、特別なコンピュータソフトを使った計測や計算を要するため、外来診療中に簡単に算出し使用することが難しい。そのため、単純X線を使って定規で簡便に計測できる脊柱管前後径やjaw diameterが最も広く使用されている。これらを用いた頸髄症患者の脊柱管前後径に関しては多くの論文が報告されている<sup>3)-6),9)-14)</sup>。これに対し正常人の頸椎脊柱管前後径に関し

では、本研究の 1/3 程度の対象数の報告が少数あるのみで、年齢層ごとの前後径まで詳述した報告はない<sup>6),9),13),14)</sup>。ましてや、体格要素まで検討は及んでいない。一般に使われている単純X線の脊柱管前後径や **jaw diameter** ではあるが、正常日本人の標準値は定められていないのが現状である。そこで本研究では、頸椎に疾患のない 600 名を対象に、しかも各年代、男女を同数にして頸椎脊柱管の広さを計測し、体格要素まで検討した。対象数、男女や年齢群の設定などこれまでで最も大規模な研究と言える。これらのデータから各椎間、男女別、各年代の頸椎脊柱管前後径、**jaw diameter** の日本人の標準値を提示した。

本研究の日本人の頸椎脊柱管前後径の平均は、男性では C3 が 15.4mm、C4 が 15.1mm、C5 が 15.3mm、C6 が 15.6mm であり、女性では C3 が 14.9mm、C4 が 14.6mm、C5 が 14.7mm、C6 が 14.9mm であった。男性が女性より 0.5mm 程広い脊柱管を有しており、これらは各年代とも同じ傾向であった。一方、**jaw diameter** の平均は男性で C2/3 が 17.9mm、C3/4 が 15.7mm、C4/5 が 15.1mm、C5/6 が 14.9mm で、女性では C2/3 が 16.9mm、C3/4 が 15.0mm、C4/5 が 14.4mm、C5/6 が 14.1mm であり、各年代とも女性は男性より 1.0-1.5mm 前後狭かった。現在一般に使われている頸髄症での頸椎脊柱管狭窄の指標は、前後径、**jaw diameter** とも 12-13mm であり<sup>1),12),20),21)</sup>、本研究で求められた標準値よりいずれもおおよそ 20%狭い。また、脊柱管前後径では C4、C5 が C3、C6 より、**jaw diameter** では C4/5、C5/6 がその上位椎間より狭かった。頸髄症の好発責任高位は C4/5、C5/6 髄節であり<sup>1),24)</sup>、これらの椎間の可動域が大きいために変性しやすいことが原因と考えられてきた<sup>25)</sup>。加えて本研究から、日本人ではこれらの椎間が、もとも他の高位より狭い脊柱管であることも一因と考えられた。

本研究では、頸椎脊柱管の他に体格要素も計測し、脊柱管の広さと体格の関係を検討した。今回の対象者の体格要素は各年代とも「国民栄養の現状、厚生労働省国民栄養調査結果」

15)に示された、全国から無作為抽出された日本人の平均値と統計学的に有意差がなく、対象者が平均的な日本人の体格を有していると考えてよい。身長、体重、**arm span**などの体格要素は女性の体重を除いては、若年者層が高齢者層より明らかに大きかった。例えば、20歳代の身長は70歳代より男性で7.5%、女性で9.7%高く、20歳代の**arm span**は70歳代より男性で6.1%、女性で6.7%それぞれ長かった。若年者層の体格が高齢者層より向上していることが裏付けられる。頸椎脊柱管前後径、**jaw diameter**に対する年齢と3つの体格要素の影響を重回帰分析で検討すると、脊柱管前後径に対する寄与率はおおよそ50-70%であった。これらの要素が脊柱管前後径に大きく影響していることが分かる。要素別では、年齢、**arm span**、身長、体重の順に影響度が高かった。加えて、加齢変化と考えられる椎体の台形化はその頻度が低く、統計学的には頸椎脊柱管前後径に影響していなかった。体格が発達した若年者層ほど脊柱管が広く、体格の向上が頸椎脊柱管前後径、**jaw diameter**を広くした可能性がある。

頸椎の椎体は加齢するに従い、その前あるいは後下角に骨棘を生じる。脊柱管前後径は骨棘を含んだ上位椎の椎体後下角と下位椎の棘突起基部の間で最小となる<sup>19)</sup>。本研究でも使用した肥後らの方法では頸椎脊柱管前後径は椎体後縁の中央で計測され(図 2-a)<sup>12)</sup>、その椎体後縁は加齢の変化が起きにくいといわれている<sup>6)</sup>。また**jaw diameter**はその定義から骨棘を含まない(図 2-b)<sup>18)</sup>。したがって、両者の計測に加齢で生じる骨棘の影響はないと考えられる。しかし、高齢者でしばしば認められる台形化した椎体では、椎体後縁の形状が変わり、脊柱管前後径を狭く計測する可能性がある。脊柱管の計測に影響するのは椎体後方の変形なので、本研究では椎体の台形化を検討した。

本研究で得られた頸椎脊柱管前後径を欧米人の報告と比較すると(表 4)、各椎体とも2-3mm狭いことがわかる<sup>26)-28)</sup>。日本人で最も広い20歳代の男性と比べても、欧米の報告の方

が 1-2mm 広い。体格が向上したとはいえ、20 歳代の男性日本人の平均身長はアメリカ人よりまだ約 5cm も低く<sup>29)</sup>、この脊柱管前後径の差には体格差が影響していると考えられる。また、身長差に比べ差が大きいことから、脊柱管前後径に人種差がある可能性も否定できない。

頸髄症をはじめとする圧迫性脊髄症や頸椎外傷による神経症状の発症には、脊柱管前後径などの圧迫する側の因子の他に、圧迫を受ける脊髄の太さも関係する。頸椎の脊髄前後径に関して欧米人と日本人の報告を比較すると(表 5)、多少日本人の方が小さい傾向にあるがほとんど 1mm 前後の差であり、体格や脊柱管前後径ほどの差はない<sup>32)-34)</sup>。また韓国人と欧米人の脊髄面積に差がないという報告や<sup>2)</sup>、脊髄の前後径は成人ではほぼ一定しており、C3 から C7 では約 8mm であるという報告もある<sup>31)</sup>。日本人の脊髄の太さに年齢による差があまりないなら、高齢者層よりも有意に広い脊柱管を持つ現在の若年者層が中高年に達したときには、頸髄症の発症率が現在よりも低くなる可能性も考えられる。

本研究にはいくつかの限界がある。最初に、横断的な本研究では、すべての年齢層の一時期だけの検討に留まった。同じ症例を長期に渡って検討した縦断的な研究ではないので、同一対象の脊柱管前後径の経年的な変化がわからない。また体格要素も、例えば身長などは加齢に伴う椎間板高の減少に従い低くなるので、現在の高齢者の人たちが若年であった時には、この研究の測定値よりも高かったと考えられ、若年者層との差はより小さかった可能性がある。2 番目に、このような計測研究では計測のバイアスは不可避である。さらに計測値に表れにくい椎体の加齢性変化として、椎体の台形化のみを検討した。この他にも脊柱管前後径や jaw diameter に影響を及ぼす脊柱の加齢変化がある可能性を否定できない。

## 7 結論

日本人の体格は、身長、体重、arm span のいずれも高齢者層より若年者層で発達していた。頸椎脊柱管前後径は C3 から C6 の平均は男性で 15.4mm、女性で 14.8mm であり、C4、C5 が C3、C6 より狭かった。頸椎伸展位での C2/3 から C5/6 の jaw diameter の平均は、男性で 15.9mm、女性で 15.1mm であり、C2/3 が他の椎間より有意に広がった。年齢と、検討した3つの体格要素の頸椎脊柱管前後径に対する寄与率はおおよそ 50-70%であり、年齢、arm span、身長、体重の順に影響度が高かった。体格の発達した若年者層は高齢者層より大きな頸椎脊柱管前後径を有し、体格の向上が頸椎脊柱管前後径を拡大させた一因と考えられた。

## 8 謝辞

稿を終えるにあたり、本研究のご指導をいただいた東北大学整形外科 国分 正一名誉教授に深謝致します。直接指導していただいた東北大学整形外科 井樋 栄二教授、相澤 俊峰講師に感謝します。

## 9 文献

1. Kokubun S, Sato T, Ishii Y, Tanaka Y. Cervical myelopathy in the Japanese. *Clin Orthop* 1996; 323: 129-38.
2. Song KJ, Chi BW, Kim SJ, Kim GH, Kim YS, Song JH. The relationship between spinal stenosis and neurological outcome in traumatic cervical spine injury: An analysis using Pavlov's ratio, spinal cord area, and spinal canal area. *Clinics in Orthopedic Surgery* 2009; 1: 11-8.
3. 長島親男: 頸部脊柱管の Developmental stenosis による頸髄損傷の研究. *脳神経外科* 1973; 1: 161-71.
4. Murone I. The importance of sagittal diameters of the cervical spinal canal in relation to spondylosis and myelopathy. *J Bone Joint Surg Br* 1974; 56: 30-6.
5. 佐々木 晃: 健常人頸椎のX線学的研究. *日整会誌* 1980; 54: 615-31.
6. 田中洋次郎: 頸椎脊柱管および脊髄の経年的形態学的変化について. *日整会誌* 1984; 58: 873-86.
7. Breidahl P. Ossification of the posterior longitudinal ligament in the cervical spine. "The Japanese Disease" occurring in patients of British descent. *Australas Radiol* 1969; 13: 311-3.
8. Maroun FB, Makino AP, Tong TR, Perkins PG, Arts R, Jacob JC, Reddy R. Cervical myelopathy secondary to ossification of the posterior longitudinal ligament in a Caucasian patient. *Can J Neurol Sci* 1993; 20: 329-32.
9. Hayashi H, Okada K, Hamada M, Tada K, Ueno R. Etiologic factors of myelopathy. *Clin*

Orthop 1987;214:200-9.

10. 今井 健: 頸椎椎間板症と頸椎椎管の前後径について. 日整会誌 1970; 44: 429-38.

11. 林 浩一郎: 頸椎及び頸髄神経の計測. 神経内科 1974; 1: 175-9.

12. 肥後 勝、酒匂 崇、鈴木悠史、松本玲子、伊藤博史、小桜博幸、西百香里、野口義雄: 頸部脊柱管狭窄症の脊柱管前後径に関する X 線学的検討. 臨整外 1984; 19: 361-6.

13. Hashimoto I, Tak YK. The true sagittal diameter of the cervical spinal canal and its diagnostic significance in cervical myelopathy. J Neurosurg 1977; 47: 912-6.

14. Sasaki T, Kadoya S, Iizuka H. Roentgenological study of the cervical spinal canal in normal adult Japanese. Neurol Med Chir 1998; 38: 83-9.

15. 健康、栄養情報研究会: 国民栄養の現状、厚生労働省国民栄養調査結果. 2002. p.113-5.

16. 開地逸朗: 小児の頸椎椎管前後径の X 線学的観察. 日外宝 1980; 49: 436-53.

17. Hinck VC, Hopkins CE, Savara BS. Sagittal diameter of the cervical spinal canal in children. Radiology 1962; 79: 97-108.

18. Penning L. Some aspects of plain radiography of the cervical spine in chronic myelopathy. Neurology 1962; 12: 513-9.

19. Wolf BS, Khilnani M, Malis L. The sagittal diameter of the bony cervical spinal canal and its significance in cervical spondylosis. J Mt Sinai Hosp 1956; 23: 283-91.

20. 片岡 治、栗原 章、円尾宗司: 頸椎症性脊髄症における dynamic canal stenosis について. 臨整外 1975; 10: 1133-43.

21. 国分正一、桜井 実、鈴木 隆、田中靖久、松田倫政、石川 隆、石井祐信、谷正太郎、



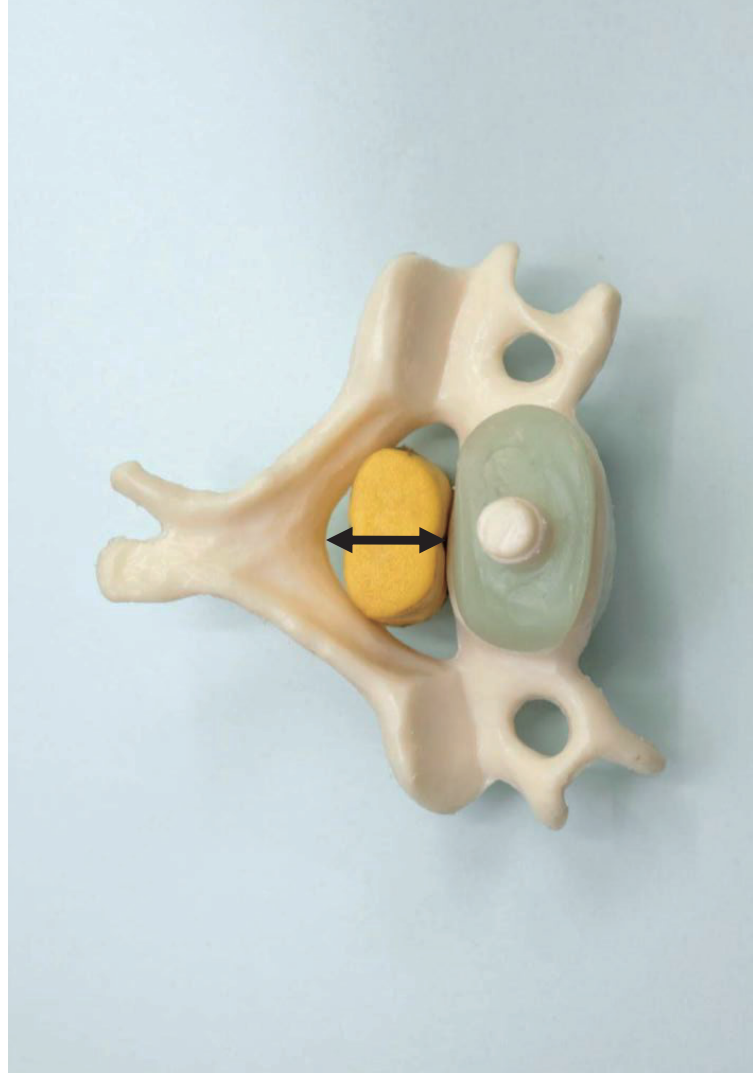
- 佐藤哲朗:頸椎後方迂りの臨床的重要性の検討. 臨整外 1989; 24: 397-403.
22. Michael JL, Ezequiel HC, Daniel KR. Prevalence of cervical spine stenosis. Anatomic study in cadavers. J Bone Joint Surg Am 2007; 89: 376-80
23. Pavlov H, Torg JS, Robie B, Jahre C. Cervical spinal stenosis: determination with vertebral body ratio method. Radiology 1987; 164: 771-5.
24. 平林 洵:頸椎症性脊髄症の診断と手術適応. 臨整外 1975; 10: 1007-17.
25. White AA 3<sup>rd</sup>, Johnson RM, Panjabi MM, Southwick WO. Biomechanical analysis of clinical stability in the cervical spine. Clin Orthop Relat Res 1975; 106: 279-84.
26. Herzog RJ, Weins JJ, Dillingham MF, Sontag MJ. Normal cervical spine morphometry and cervical spine stenosis in asymptomatic professional football players. Spine 1991; 16: 178-86.
27. Burrows E. The sagittal diameter of the spinal canal in cervical spondylosis. Clin Radiol 1963; 14: 77-86.
28. Veidlinger O, Colwill J, Smith H, Turner D. Cervical myelopathy and its relationship to cervical stenosis. Spine 1981; 6: 550-2.
29. Health, United States, 2003. Health, United States is an annual report on trends in health statistics. USA. Gov.
30. 亀山 隆、安藤哲朗、橋詰良夫:正常人頸髓の形態計測学的検討. 脊柱靱帯骨化症調査研究班研究報告書 1991: 117-22.
31. Anderson PA, Steinmetz MP, Eck JC. Head and neck injuries in athletes. In: Spivak JM, Connolly PJ (eds) Orthopaedic Knowledge Update, Spine 3. Rosemont, American Academy

Orthop Surg, 2006; 28: 259-69.

32. Thijssen HOM, Keyser A, Horstink MWM, Meijer. Morphology of the cervical spinal cord on computed myelography. *Neuroradiology* 1979; 18: 57-62.

33. Sherman JL, Nassaux PY, Citrin CM. Measurements of the normal cervical spinal cord on MR imaging. *AJNR* 1990; 11: 369-72.

34. 大澤良充:CT-myelography による頸髄症の脊髄の計測と計測値からみた治療成績の予後に関する研究. *中部整災誌* 1985; 28: 2218-34.



**図1** 頰椎の横断面(模型)頰椎の頰椎管はおむすび型を呈し、その中を楕円形の頰椎神経が通っている。頰椎神経は前後から圧迫されることが多いため、頰椎管前後径(矢印)が重要である。

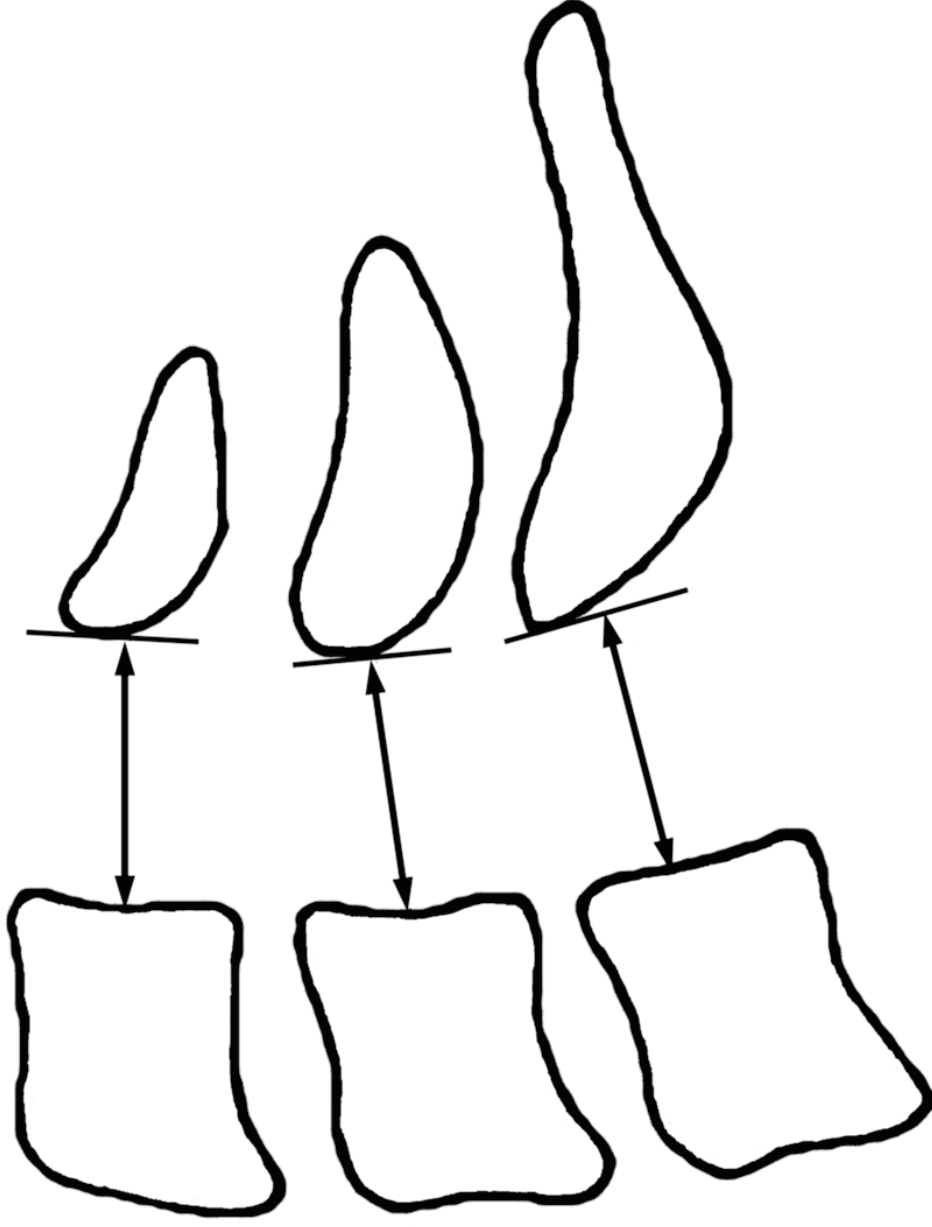


図2-a 頸椎脊柱管前後径の計測方法  
椎体後縁中央の皮質骨外板から棘突起基部前縁の皮質骨外板までの距離。

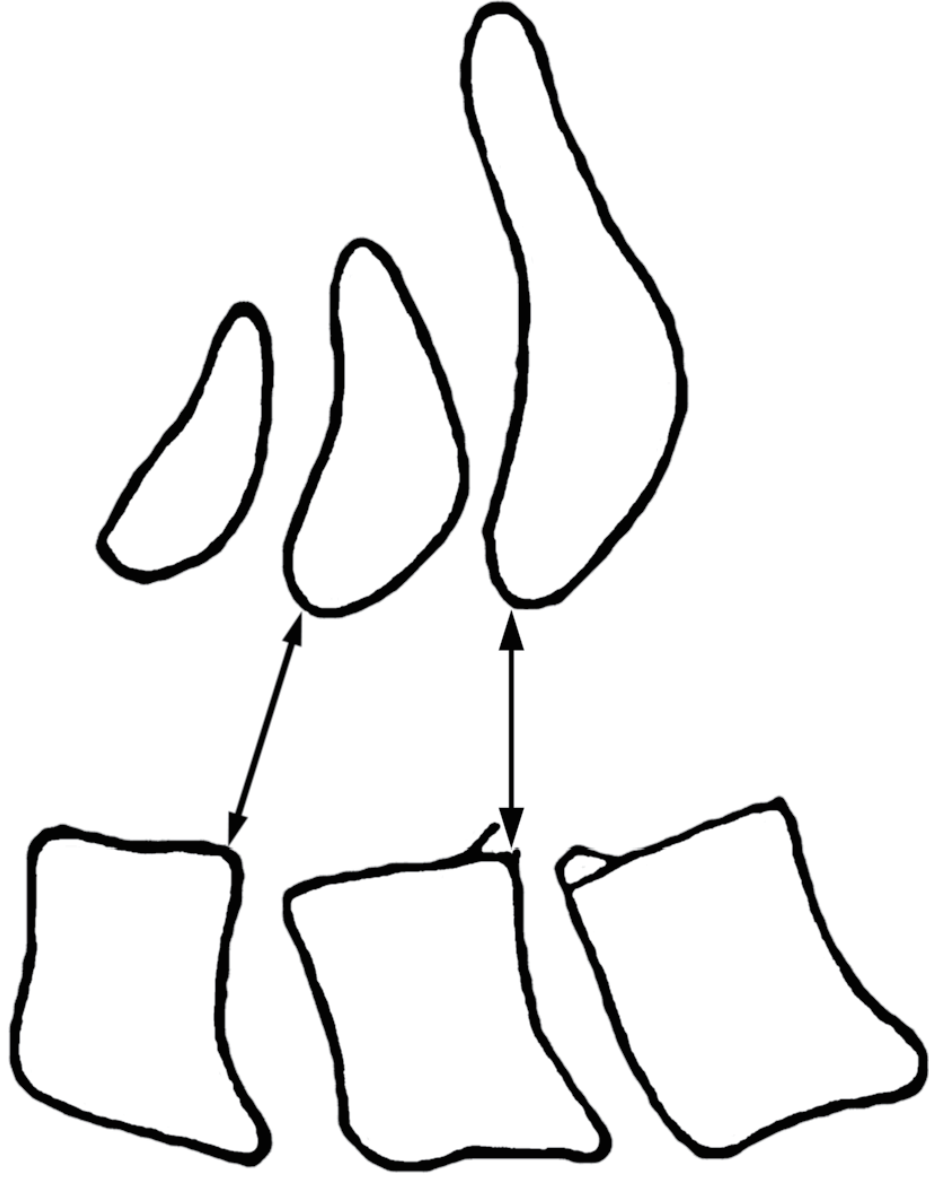
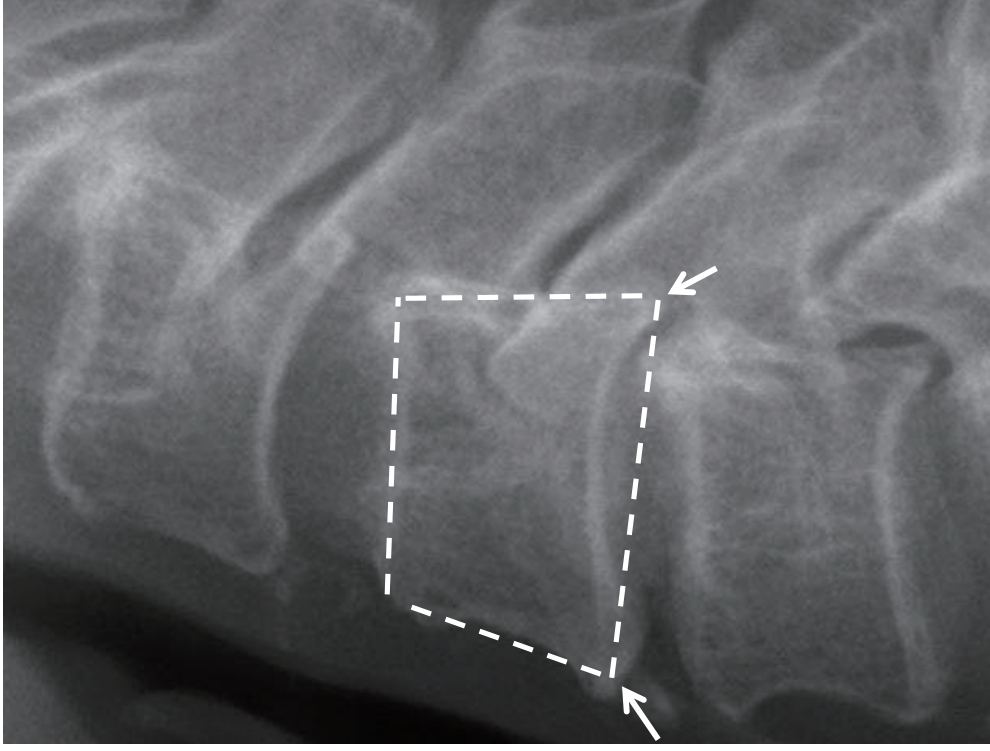


図 2-b Jaw diameterの計測方法  
頸椎後屈位での上位椎の骨棘を除いた椎体後下角と下位椎の椎弓前上縁との距離。



**図3-a** 台形化した椎体の代表的なX線側面像。  
椎体の前後下角に骨棘が生じ(矢印)、椎体前後縁の皮質骨の肥厚と相まって、白破線で囲ったように台形化を呈している。

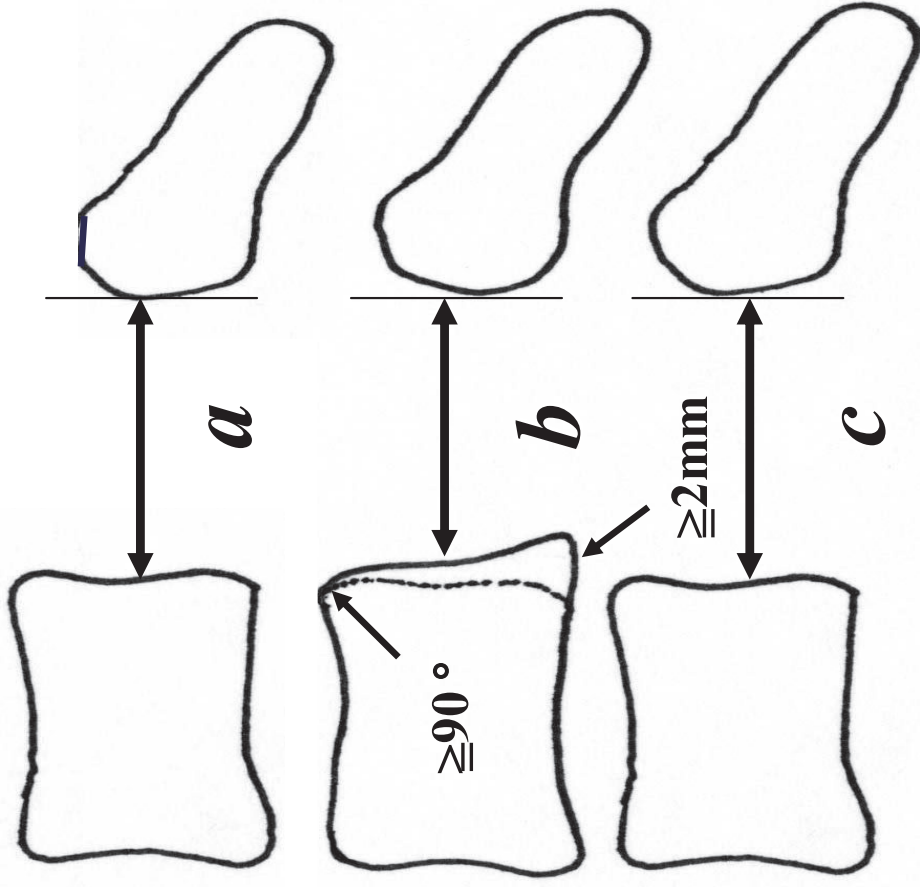
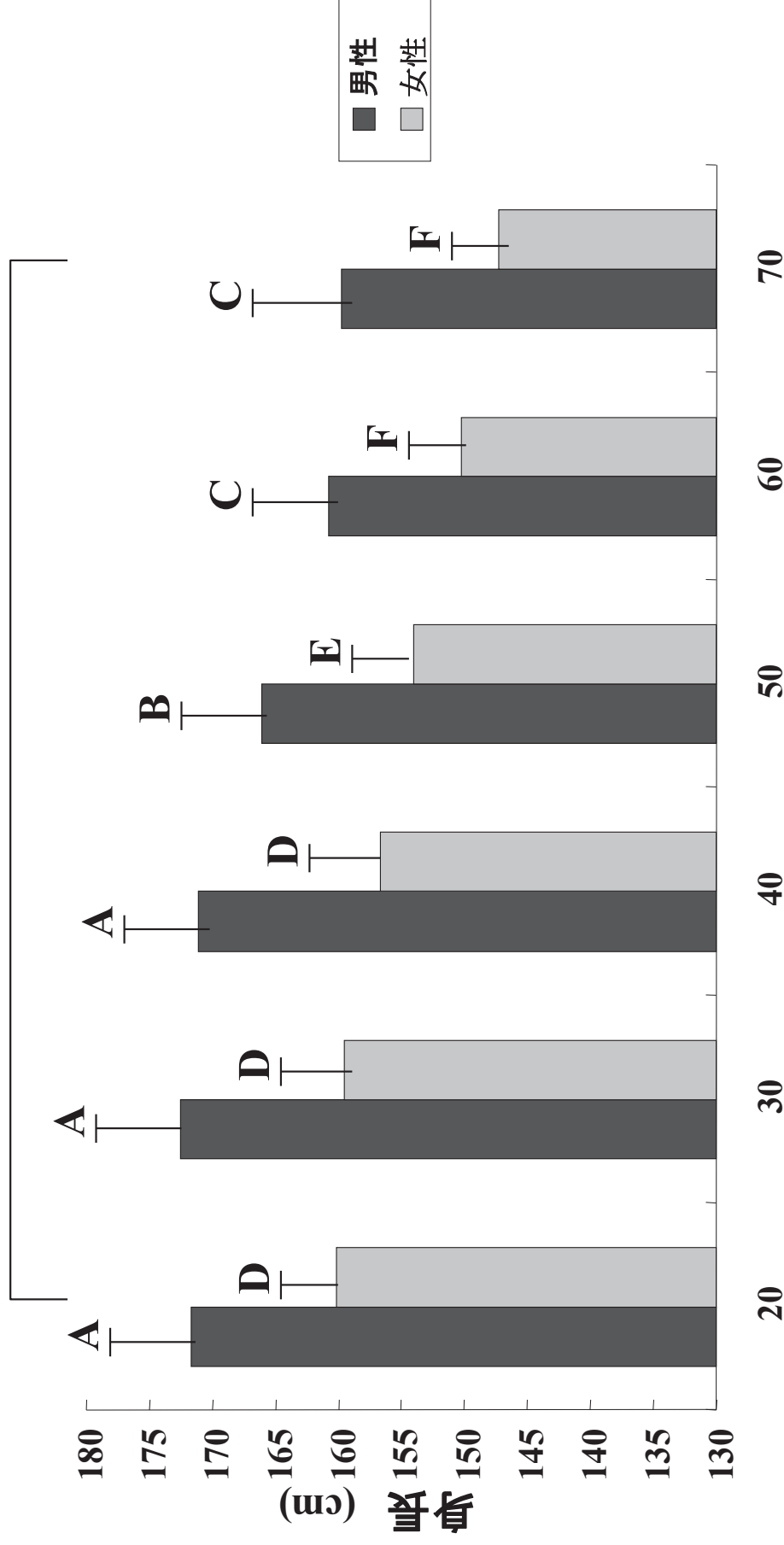


図3-b 以下の3つの条件を満たすものを“台形化した椎体”と定義した。  
 ① 当該椎体後下角が下位椎体の後上角よりも2mm以上突出している。  
 ② 当該椎体の後上角の角度が90度以上である。  
 ③ 当該椎体の脊柱管前後径(b)と、上位椎(a)あるいは下位椎の前後径(c)に1mm以上の差( $a$  or  $c$ ) -  $b \geq 1$  mm)がある。

\*



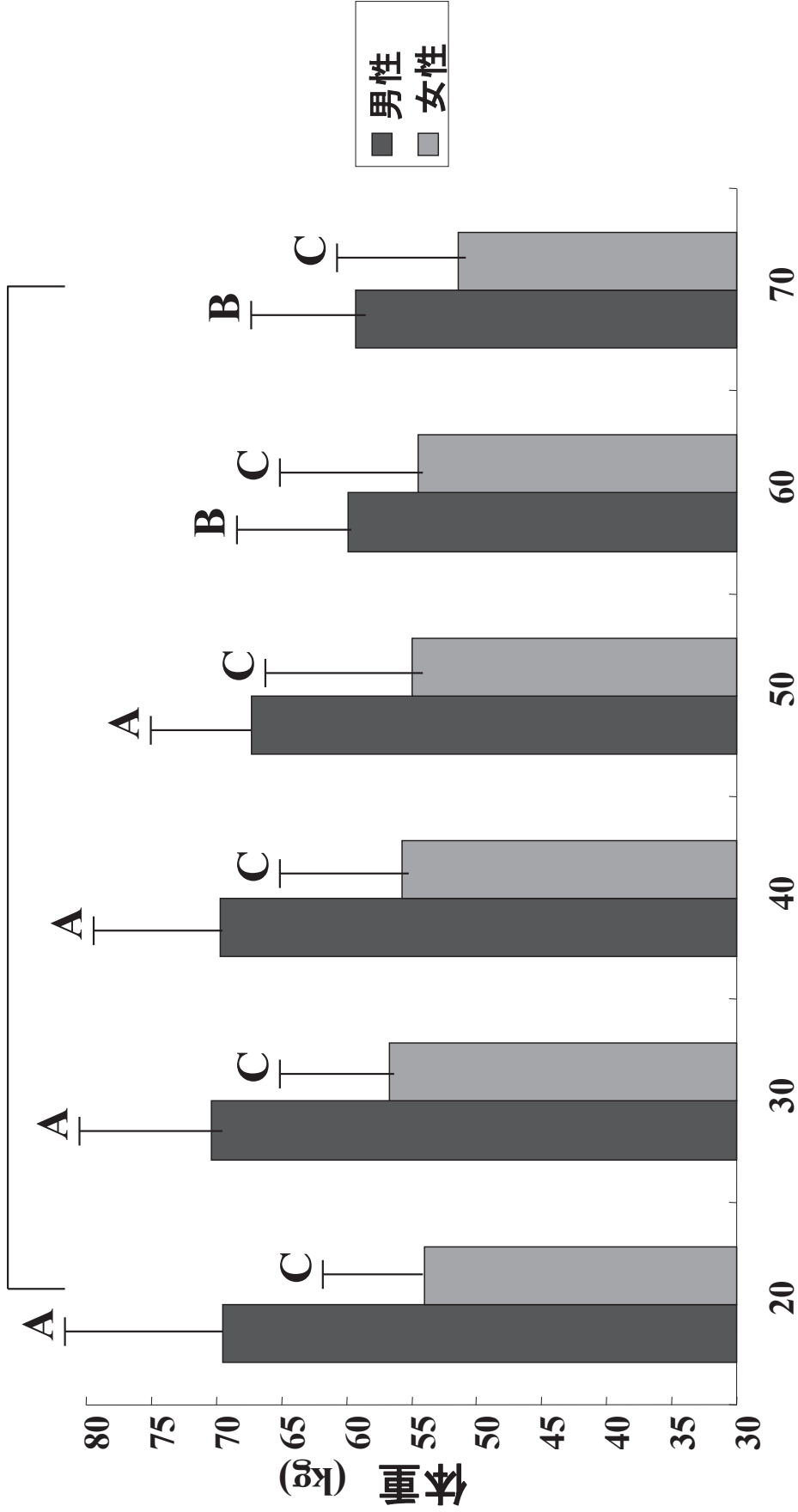
### 年齢 (歳代)

図 4-a 各年代の身長

男性は20-40歳代が平均170cm以上であるのに対し、50歳代以降は平均160cm台と減少している。一方女性も20歳代が平均161cmと最も高く、年齢に従って減少している。男女とも若年層ほど身長が高く、各年齢層間の変動に有意差を認める(\* ANOVA: 男性: P=0.009、女性: P=0.023)。Post-hoc testで有意差のある年齢群を男女別に異なるアルファベットで示す。特に男性では40歳代より若年と50歳代、50歳代と60歳代以降の間に有意差を認め、同様に女性でも40歳代より若年と50歳代、50歳代と60歳代以降の間に有意差を認める(Post-hoc test: AB間; p=0.013、BC間; p=0.009、DE間; p=0.021、EF間; p=0.023)。



\*



### 年齢 (歳代)

図 4-b 各年代の体重

男性は20-40歳代が平均71kgであるのに対し、60-70歳代は平均60kgと減少している。女性は30歳代が平均57kgと最も重く、次第に減少し、70歳代では平均52kgである。

若年男性ほど体重が重く、各年齢層間の変動に有意差を認める (\* ANOVA:  $P=0.012$ )。Post-hoc testで有意差のある年齢層を男女別に異なるアルファベットで示す。

特に50歳代より若年と60歳代以降の間に有意差を認める (Post-hoc test: AB間;  $P=0.013$ )。若年女性では有意差はないが高齢者層よりも重い傾向にある (\* ANOVA:  $P=0.09$ )。

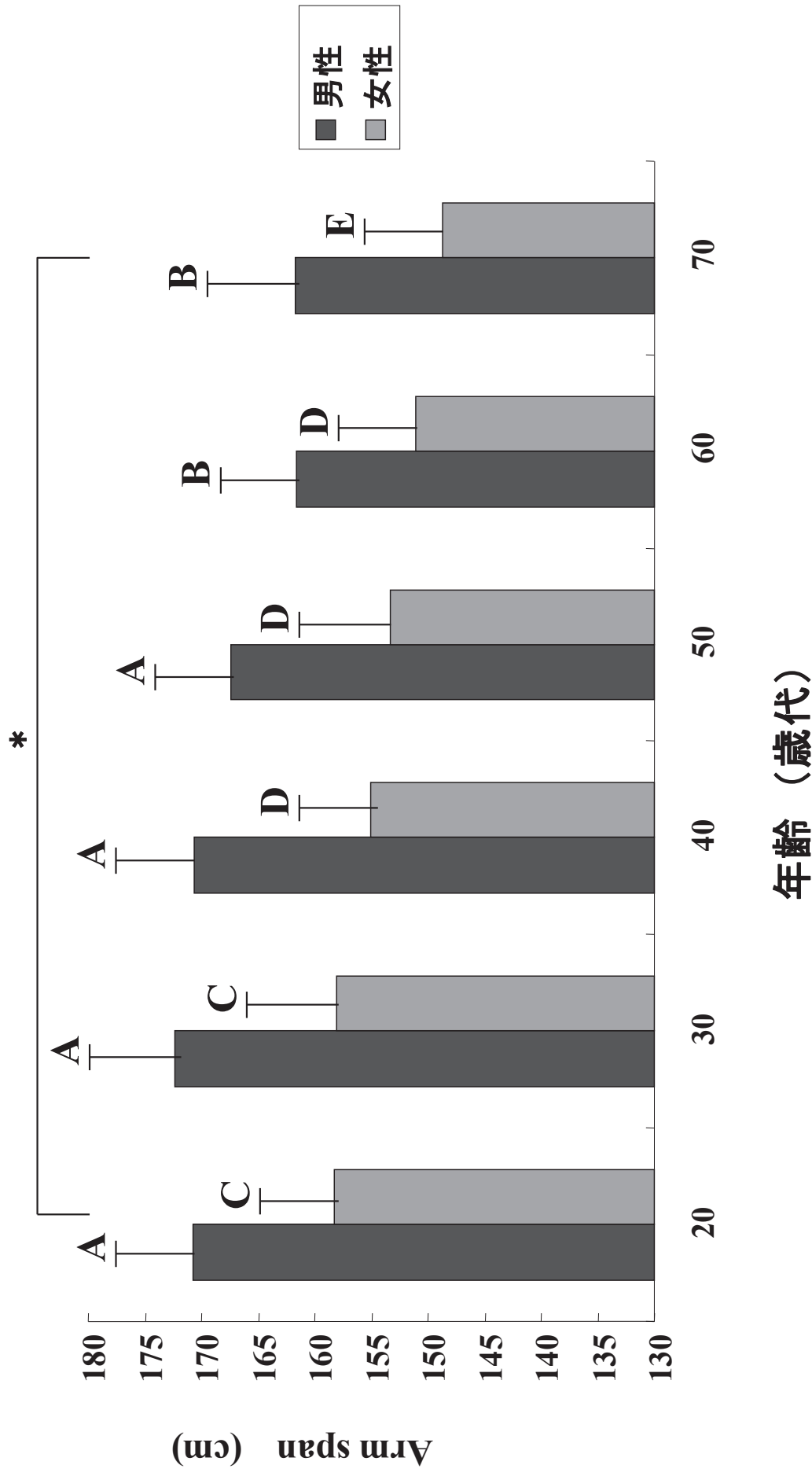


図 4-c 各年代の arm span

男性では20-40歳代が平均170cmを超えているのに対し、50歳代以降は平均160cm台と減少し、70歳代では平均162cmである。一方女性では20歳代が平均158cmと最も長く、年齢に従って減少し、70歳代では平均148cmである。男女とも若年者層ほど arm span が長く、各年齢層間の変動に有意差を認める (\* ANOVA: 男性: P=0.004、女性: P=0.016)。Post-hoc test で有意差のある年齢群を男女別に異なるアルファベットで示す。特に男性では50歳代より若年と60歳代以降の間に有意差を認め、女性では30歳代と40歳代、60歳代と70歳代の間に有意差を認める (Post-hoc test: AB間; P=0.008、CD間; P=0.023、DE間; P=0.018)。

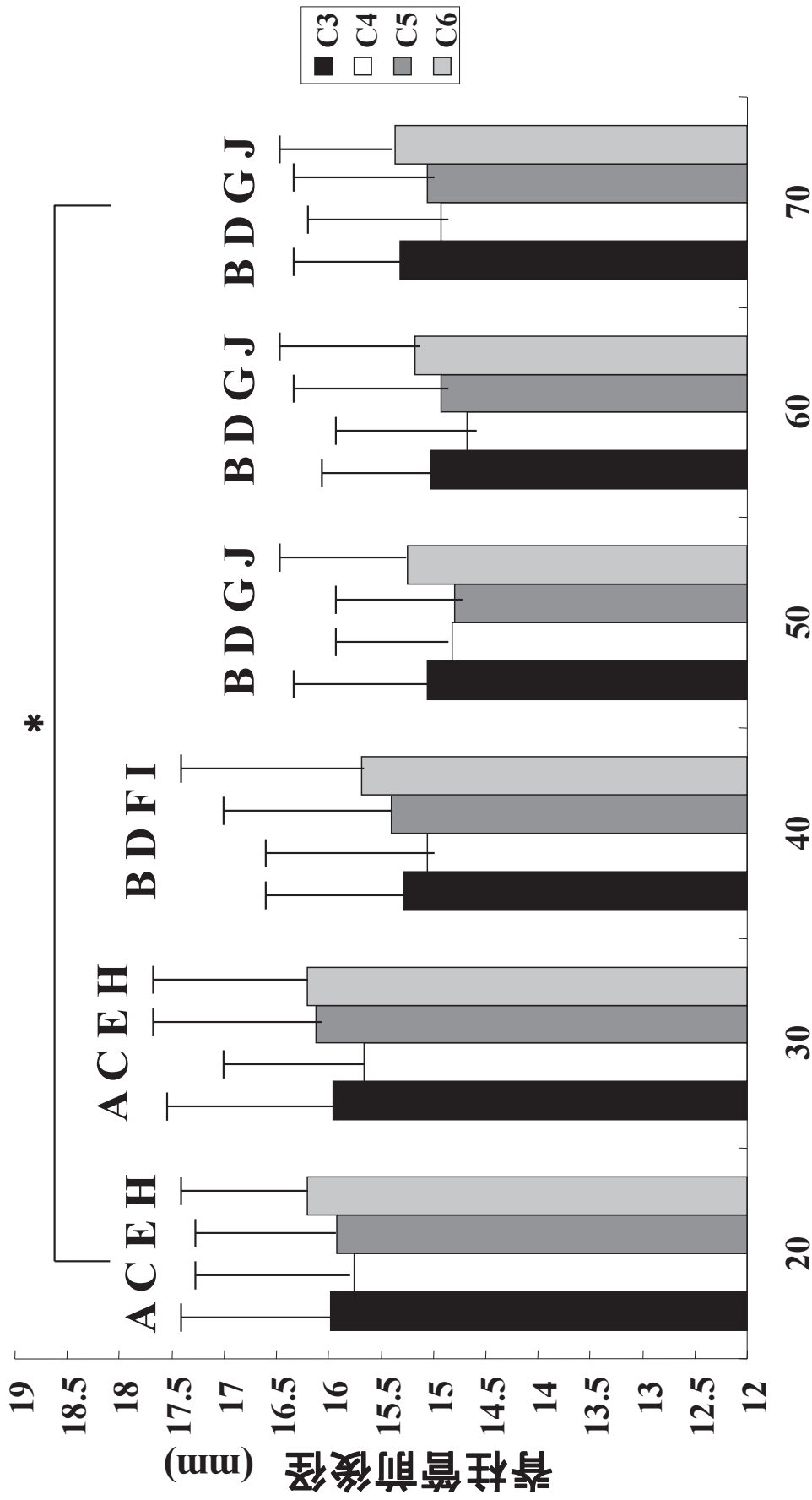
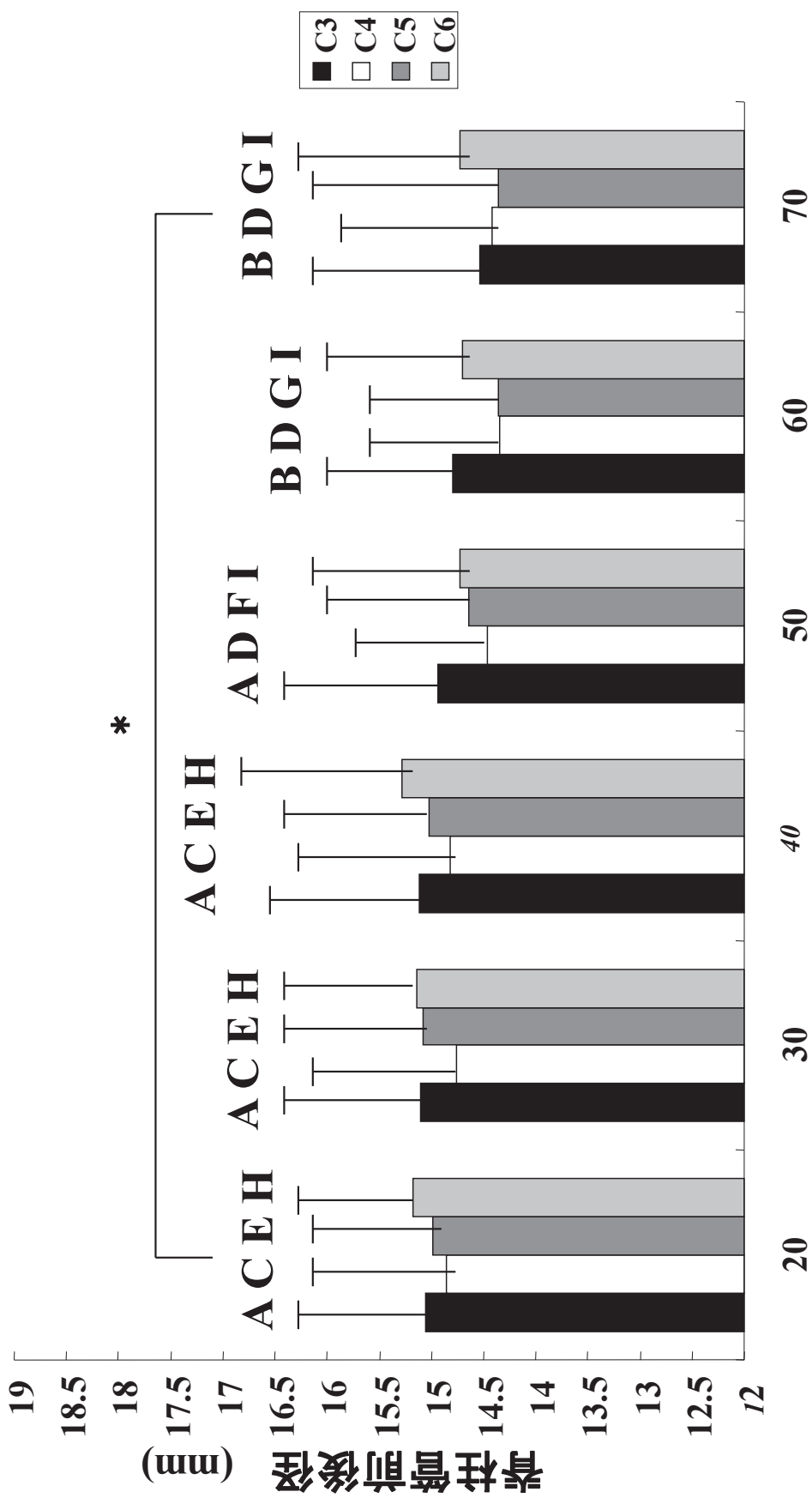


図 5-a 各年代の頚椎脊柱管前後径 (男性)

各年代ともC4が最も狭く、次いでC5が狭い。20歳代、30歳代の脊柱管前後径は、C3からC6まですべて15.5mm以上であるのに対し、50歳代以上ではC4、C5がいずれも15.0mm以下である。40歳代以下の脊柱管前後径が50歳代以上よりも全椎体で広く、各年齢層間の変動に有意差を認める (\* ANOVA: C3; P=0.0002、C4; P=0.0008、C5; P=0.001、C6; P=0.0013)。  
 Post-hoc testで有意差のある年齢群を異なるアルファベットで示す。特にC3、C4で30歳代より若年と40歳代以降、C5、C6で30歳代より若年と40歳代、40歳代と50歳代の間有意差を認める (Post-hoc test: AB間; P=0.0082、CD間; P=0.0076、EF間; P=0.013、FG間; P=0.012、HI間; P=0.0093、IJ間; P=0.012)。

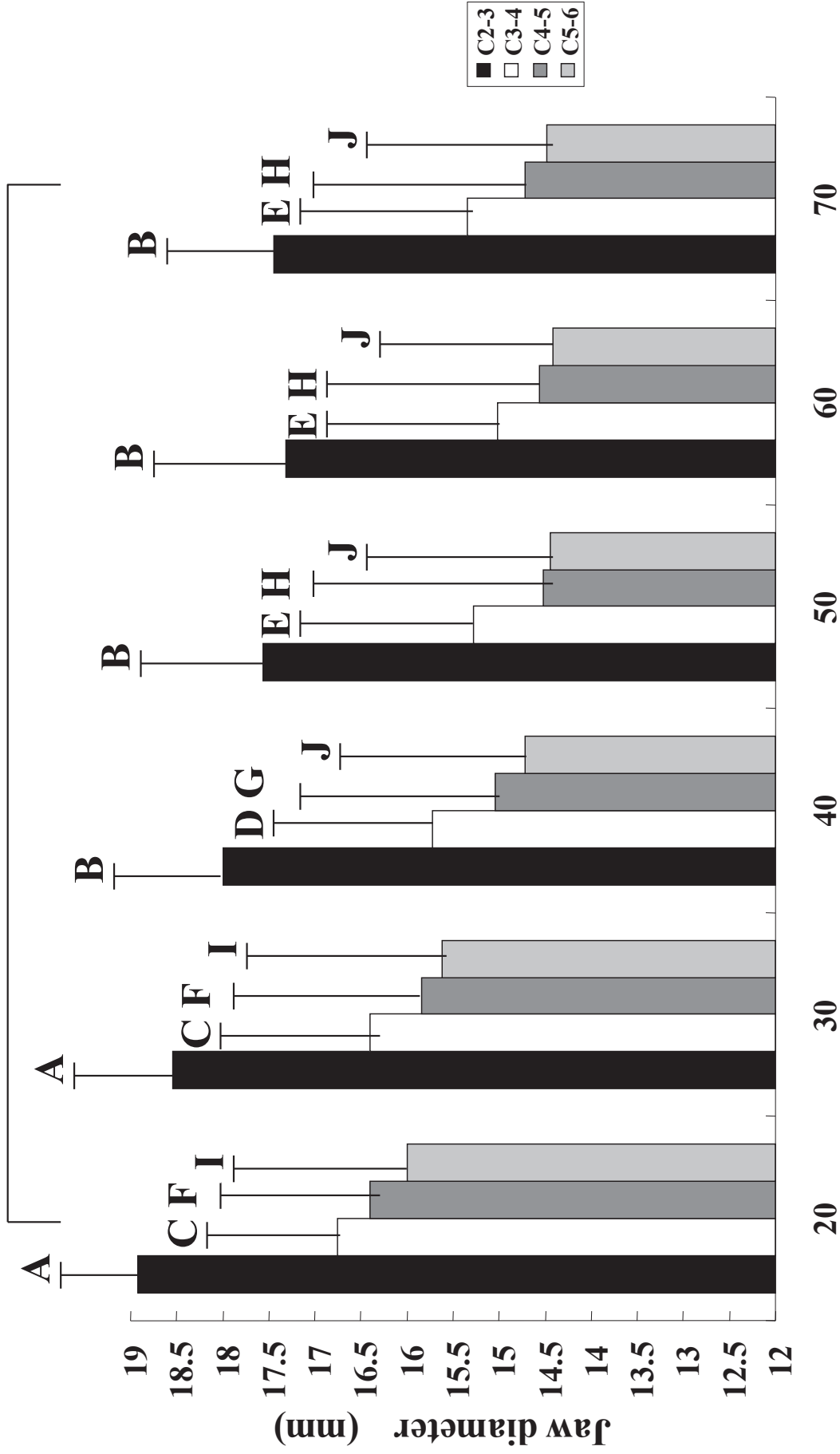


### 年齢 (歳代)

図 5-b 各年代の頤椎脊柱管前後径 (女性)

各年代ともC4、C5がC3、C5より狭い。20歳代の脊柱管前後径は、70歳代に比べ、各椎体とも0.4-0.6mm広い。  
 40歳代以下の脊柱管前後径が50歳代以上よりも全椎体で広く、各年齢層間の変動に有意差を認める  
 (\* ANOVA: C3; P=0.027, C4; P=0.024, C5; P=0.017, C6; P=0.006)。Post-hoc testで有意差のある年齢群を  
 異なるアルファベットで示す。特にC3で50歳代より若年と60歳代以降、C4で40歳代より若年と50歳代以降、C5で40歳代より  
 若年と50歳代、50歳代と60歳代以降、C6で40歳代より若年と50歳代以降の間で有意差を認める  
 (Post-hoc test: AB間; P=0.028, CD間; P=0.023, EF間; P=0.018, FG間; P=0.028, HI間; P=0.012)。

\*



### 年齢 (歳代)

図 6-a 各年代のjaw diameter (男性)

C2/3のjaw diameterが他の椎間レベルのそれよりも著しく広く、下位椎間ほど狭い。20歳代でC3/4以下の各椎間が16.0mm以上であるのに対し、50歳以上ではC4/5、C5/6が14.5mm以下であるなど、全椎間で若年者層ほど広く、各年齢層間の変動に有意差を認める (\* ANOVA: C2/3; P=0.0024、C3/4; P=0.0018、C4/5; P=0.0034、C5/6; P=0.0023)。Post-hoc testで有意差のある年齢群を異なるアルファベットで示す。特にC2/3で30歳代より若年と40歳代以降、C3/4、C4/5で30歳代より若年と40歳代、40歳代と50歳代以降、C5/6で30歳代より若年と40歳代以降の間で有意差を認める (Post-hoc test: AB間; P=0.0076、CD間; P=0.0053、DE間; P=0.0083、FG間; P=0.0086、GH間; P=0.015、IJ間; P=0.0098)。

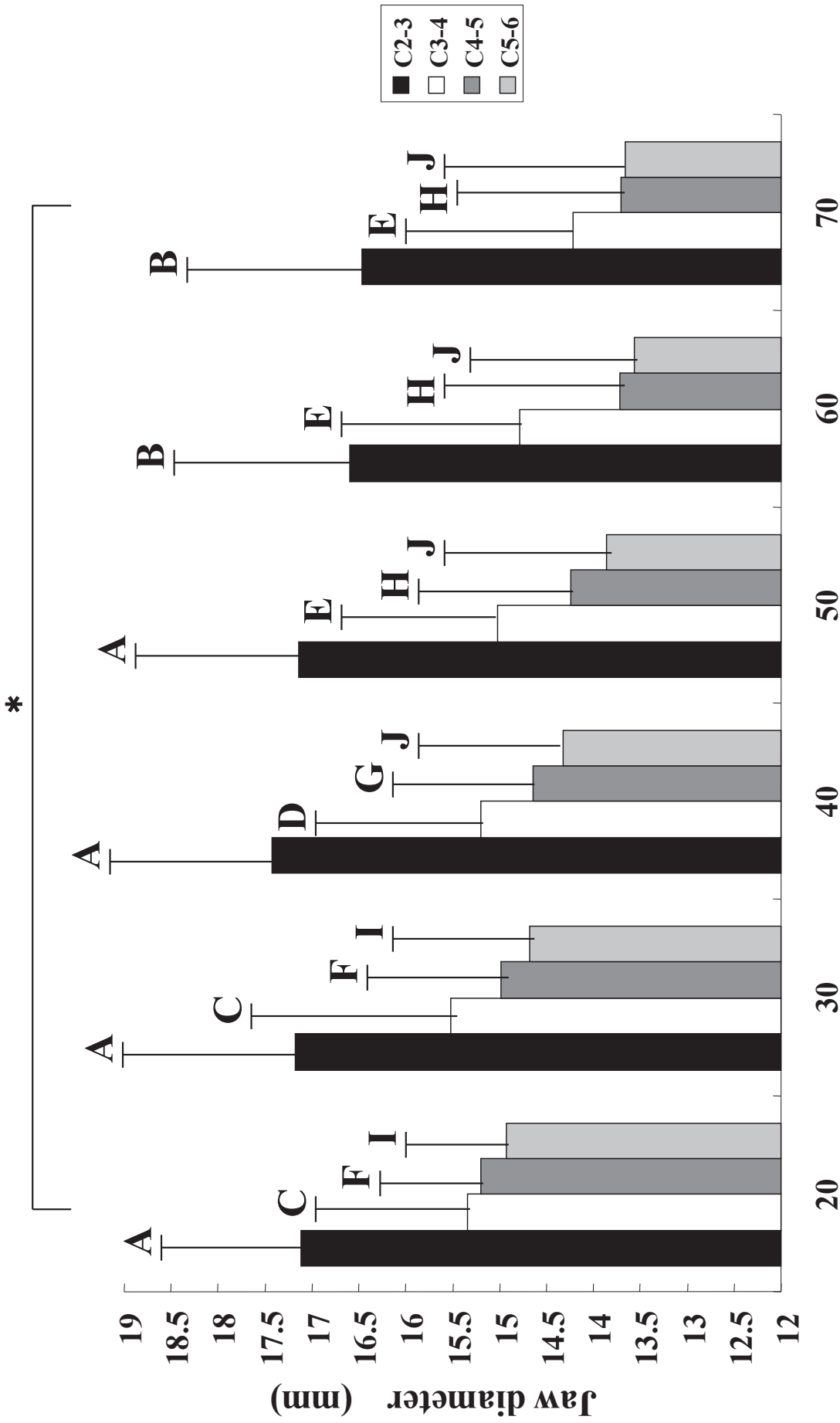


図 6-b 各年代のjaw diameter(女性)

C2/3が他の椎間レベルのそれよりも著しく広く、下位椎間ほど狭い。20歳代ではC3/4以下のjaw diameterがすべて14.9mm以上であるのに対し、70歳代のC4/5、C5/6はこれより1.0mm以上狭いなど、全椎間で若年者層ほど広く、各年齢層間の変動に有意差を認める (\* ANOVA: C2/3; P=0.029、C3/4; P=0.0031、C4/5; P=0.0014、C5/6; P=0.0042)。Post-hoc testで有意差のある年齢群を異なるアルファベットで示す。特にC2/3で50歳代より若年と60歳代以降、C3/4で30歳代より若年と40歳代、40歳代と50歳代以降、C4/5で30歳代より若年と40歳代、40歳代と50歳代以降、C5/6で30歳代より若年と50歳代以降の間で有意差を認める (Post-hoc test: AB間; P=0.023、CD間; P=0.025、DE間; P=0.018、FG間; P=0.0098、GH間; P=0.012、IJ間; P=0.018)。

表 1. 台形化した椎体の頻度

年齢	C3		C4		C5		C6	
	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性
20-29								
30-39								
40-49								
50-59					4		1	
60-69			1		6	2	2	2
70-79			1		4	3	2	1

表 2. 脊柱管前後径と年齢、身長、体重、arm span の重回帰分析

	C3		C4		C5		C6	
	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性
寄与率 (%)	54	48	57	49	60	52	62	49
年齢 (t 値)	3.19	2.35	3.36	2.38	2.98	2.19	2.35	1.32
身長 (t 値)	0.47	1.89	0.49	1.77	0.40	0.55	0.45	0.17
体重 (t 値)	0.37	1.02	0.22	0.66	0.34	0.05	0.38	0.07
Arm span (t 値)	0.67	2.12	0.50	2.08	0.45	1.36	0.96	1.18



表 3. Jaw diameter と年齢、身長、体重、arm span の重回帰分析

	C2/3		C3/4		C4/5		C5/6	
	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性
寄与率 (%)	68	51	74	49	77	53	77	48
年齢 (t 値)	4.26	2.50	4.42	2.48	3.98	2.29	4.02	2.02
身長 (t 値)	0.56	1.77	0.66	1.82	0.58	1.01	0.65	0.77
体重 (t 値)	0.38	0.08	0.30	0.06	0.40	0.004	0.48	0.05
Arm span (t 値)	0.67	2.01	0.78	2.13	0.68	1.98	0.89	1.90

表 4. 正常人の頸椎脊柱管前後径の平均値の報告(mm)

発表者	発表年	国	対象数	C3	C4	C5	C6
Burrows E	1963	米国	300	18.5	17.7	17.7	17.5
Veidlinger O	1981	ソ連	100	17.8	17.3	17.5	16.9
Herzog RJ	1991	米国	80	18.6	18.0	18.3	18.6
自験例男性	2010	本邦	300	15.4	15.1	15.3	15.6
自験例女性	2010	本邦	300	14.9	14.6	14.7	14.9
自験例20代男性	2010	本邦	50	15.9	15.7	15.9	16.2

表 5. 頸椎の脊髓前後径の平均値の報告(mm)

発表者	発表年	国	対象数	C3	C4	C5	C6
Thijseen HOM	1979	オランダ	20	8.3	8.8	8.1	8.2
Sherman JL	1989	米国	66	8.6	8.7	8.3	7.9
田中	1984	本邦	77	7.8	7.6	7.4	7.4
大澤	1985	本邦	44	7.7	7.9	7.7	7.1